

Light curve analysis of eclipsing binary V1055 Herculis

神奈川県 永井和男 pxs10547@nifty.ne.jp

長野県 塩川和彦 kshiokaw@ctknet.ne.jp

はじめに

V1055 Her は短周期の EW 型食連星である。塩川は 2010 年 5 月 2 日と 12 日に 35cm 望遠鏡で V1055 Her の CCD 測光を行った。そこで光度曲線中の歪を検出した。この系の高精度な測光は例が無く、今回の観測によって初めてディテイルを示すことができた。この歪は二つの極大等級に差がある特徴を持っている。本研究では WD code を用いて Spot model を適用し連星の諸量と Spot を見積もった。今回は解析時間が十分に取れず、O-C の評価は行っていない。従って基礎的検討となる。

測光観測



図-2: 塩川の観測所、主鏡は Meade 製 35cm シュミットカセグレン望遠鏡、CCD は SBIG 製 ST-9E、測光は Rc バンドで行った

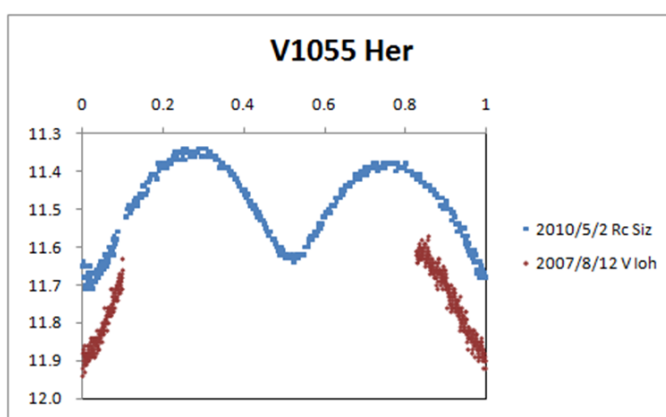


図-1: 2010 年 5 月 2 日の塩川の観測、Rc バンドで測光した。VSOLJ では 2007 年に伊藤(東京都)の観測がある。伊藤の観測は主極小の極小時刻を観測したもので光度曲線のディテイルは示されなかった。

塩川は 2010 年 5 月 2 日に V1055 Her の測光観測を行った。

測光バンドは Rc である。その観測で二つの極大等級の差を検出した。この観測は全位相を観測出来ていた。しかし、主極小が低空と薄暮のためスキヤッタが大きいと判断し 5 月 12 日に追加の観測を行った。両日の観測は一致しており光度曲線の歪はリアルなものである。12 日の観測は前半においては初日の観測よりスキヤッタの少ないものだが、

後半はスキヤッタが多く欠測もある。

撮影には自動撮影ソフトのステラギアを用いた。測光ソフトは FitsPhot4.48 を用いた。アパチャーサイズは半径 11 ピクセルとした。比較星は TYC3090-17-1(V=11.19, B-V=0.99) で $Rc = V - 0.5 \times (B - V)$ の換算式で、比較星の Rc 等級を 10.61 等とした。比較星とチェック星の標準偏差を観測のエラーとした場合、5 月 2 日は ± 0.012 等、5 月 12 日は ± 0.009 等となった。僅かだが 5 月 12 日の方がスキヤッタの少ない観測と言える。

V1055 Her の発見と研究

2001 年 ROTSE 全天サーベイによって発見され ROTSE1 J172023.86+411515.3 は NSVS 5336210 とされた。のちに 77th Nama-List, Kazarovets, E.V. et. Al.(2003) で V1055 Her とされた。極小時刻の観測報告は多数ある。IBVS だけを調査しても IBVS5438, 5543, 5657, 5713, 5731, 5781, 5802, 5820, 5871, 5874, 5875, 5918, 5920 がある。これらは BBSAG、BAV など欧州の観測

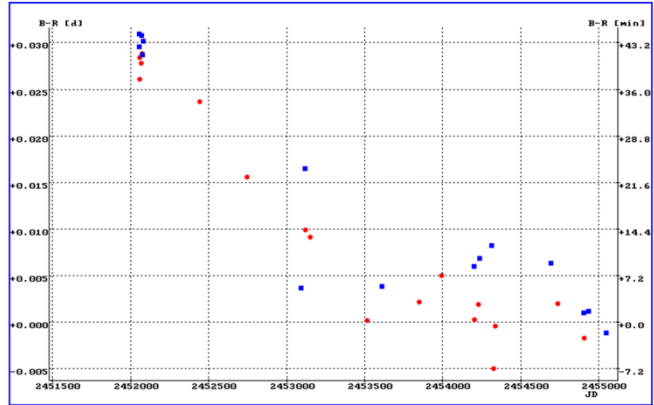
報告である。一方、研究・解析のレポートは無く発見報告の IBVS5192 が唯一の研究論文と言える。同時に今回の様な光度曲線の歪を指摘する論文も無い。発見報告では全位相の観測を行って光度曲線を示しているがスキヤッターが多く詳細が読みとれない。従って塩川(2010)の観測によって初めて光度曲線のディテイルが示された事になる。

極小時刻の観測

極小時刻の観測が多くあり周期変化の議論が出来る。しかし、ここでは周期変化を論点としないので簡単に紹介だけ行う。

GCVSにV1055 HerのLight Elementは記載されていない。発見報告ではH.J.D. min=2452056.3775+0.315408xE (IBVS5192)となっている。

図-3のO-C曲線はBAVが作成したものでJ.M.Kreiberの要素を用いている。



H.J.D. min=2452500.1300+0.315412xE (J.M.Kreiner)

図-3: BAVのO-C曲線、観測の全てがCCDによるもの。この中には伊藤(2007)の観測もある。伊藤の観測はVSOLJプレテンから引用されている

観測は全てがCCDによるもので、中には2007年の伊藤の観測も含まれている。O-C Curveは一つの直線には見えない。放物線か二つの直線の様である。二つの直線の場合は2453500付近で周期変化があったと思われる。放物線とすると現在はボトムにいるようだ。いずれにしても現時点でJ.M.Kreinerの予報は観測と一致するだろう。

ROTESとVSOLJの光度曲線

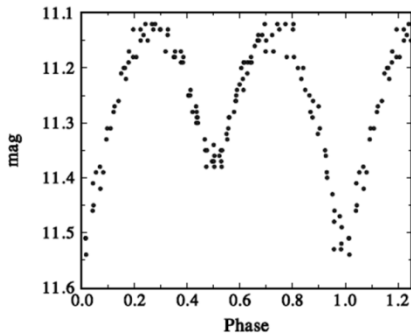


図-4: ROTESの観測による光度曲線。15cm望遠鏡にST-7を付けて観測している。

図-4はROTESの光度曲線である。観測は15cmにSBIG製ST-7冷却CCDカメラを付けて行っている。フィルターは用いていない。15cmにST-7の組み合わせならばより高い精度で観測出来そうだが、この観測は十分な精度ではない。特に極大等級を読み取りたいのであるが複数の線となっており読みとれない。

VSOLJには2010年の塩川の観測以外に2007年の伊藤の観測がある。この観測は主極小の極小時刻を観測したもので光度曲線の全体を取得する目的では観測されていない。

V1055 Herの発見が2001年でGCVSの命名が2003年なので2007

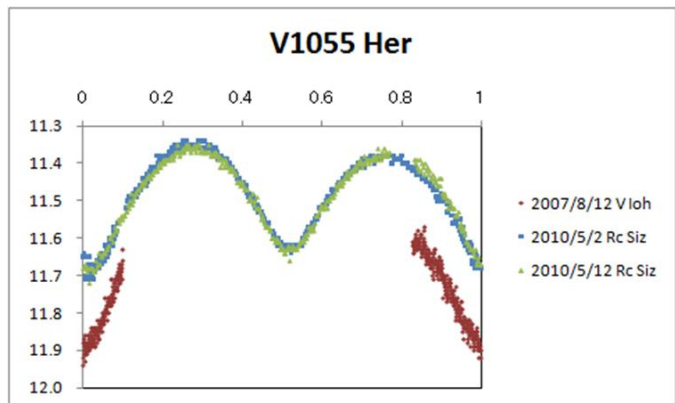


図-5: VSOLJの観測による光度曲線。2007年の伊藤の観測と2010年の塩川の観測がある。伊藤の観測は主極小時刻を観測したもので、塩川の観測は全位相をカバーしている。

年の伊藤の観測は発見からあまり時間が経っていない時期に観測されている。塩川の観測で二つの極大の明るさに違いがあり最初の第一極大の方が明るくなっている事がわかった。これを大規模黒点群のような Spot の影響と考えて光度曲線合成法を用いた解析を行った。

解析に先だって観測された光度曲線の問題を解決する必要がある。それは 5 月 2 日と 12 日の観測で一致していない部分がある。

まず、第一極大のピークが一致していない点がある。それは 5 月 2 日の観測を見ると極大部分が二つの線にわかれており、下の線が 5 月 12 日と一致している。5 月 12 日の観測の方が測光エラーは少ないので 5 月 12 日と一致する方の観測を採用することにした。

次に 5 月 12 日の副極小に欠測とバラツキがあり、この部分のデータを採用しない事にした。

解析に用いる周期は ROTES の 0.315408d を採用した。この周期で元期が一致するように補正を行った。解析用の Light Elements は以下ようになった。

$$\text{H.J.D. min}=2452056.3838+0.315408xE \text{ (new element)}$$

解析結果

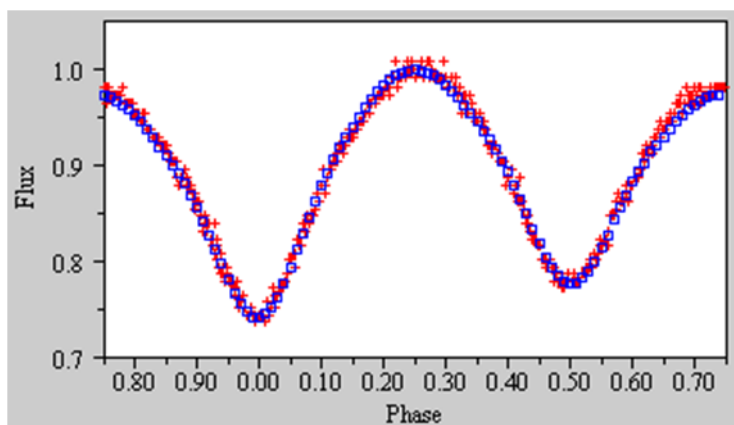


図-6: 赤は観測から得られた光度曲線で青は解析結果から求めた光度曲線。縦軸は光度で横軸は新しい要素で求めた位相

光度曲線合成法は Wilson-Devinney method(1971) を用いた。

Inclination $62.0 \pm 0.2 \text{ deg.}$
 mass ratio 0.90 ± 0.10
 Fillout 0.01 ± 0.01
 Temperature $T1=5750\text{K}$
 $T2=5600 \pm 50\text{K}$

解析時間が十分に取れず、O-C の評価を行っていない。その影響で質量比を 0.9 としたが Tolerance が 0.1 と大きな値となった。温度は B-V から Star1 の

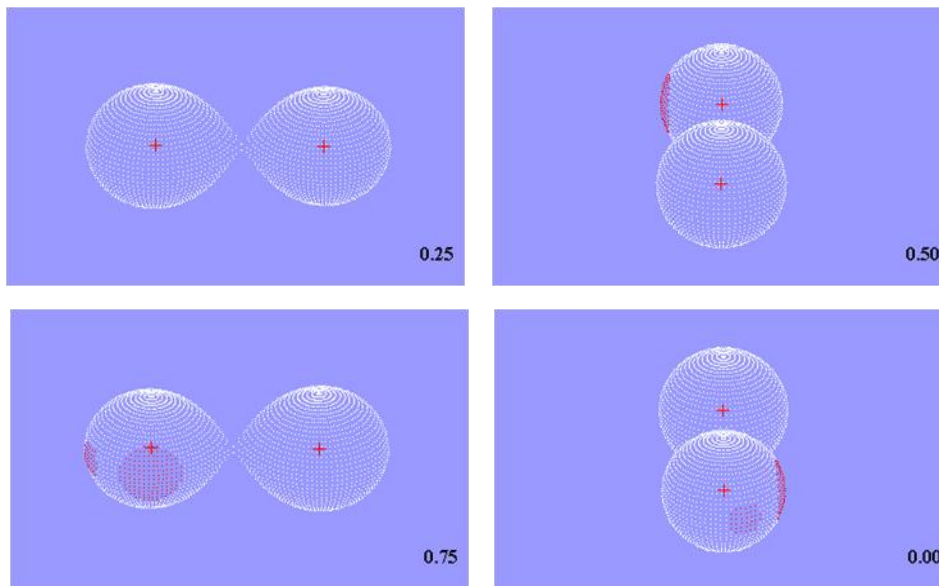
値を決定した。充填率(Fillout)はほぼ 0 のようである。これは二つの成分星の両方が丁度内部ロッシュローブに収まった状態である。光度曲線に歪があり Spot Model で評価した。

Spot Parameters

No.	Star	Co-latitude	Longitude	Spot Radius	Temp. Factor
1	2	90	270	30	0.95
2	2	90	200	15	0.70

この諸量で大凡 Fit したと判断し今回の基礎的検討を終了した。

Spot は最低でも 2 つ有ると思われる。2 番の Spot はこの位置にあると思われるが、1 番の Spot は Star1 でもよさそうである。試しに配置してみたが簡単には Fit しそうに無く、恐らく Star2 で正しい。また、若干、北極方向へ移動させると、より Fit する傾向がある。実際に移動させると単に北へ移動させるだけでは不一致になる傾向が有り、恐らく小型の Spot が Spot2 の北側に接触している様であり、その位置も L1 ポイントに近い方にズレていそうである。



図ー7: 太陽系方向から見た V1055 Her の公転の様子。Star2 の表面にある赤い斑点が赤道上に配置した Spot である。

問題点

観測から観測者会議まで一カ月しか無く解析時間が十分にとれなかった。そのため、O-C の評価が行えなかった。その影響で特に質量比の Tolerance が大きくなってしまった。Spot2 の位置や形状の検討も大凡の物となった。それでも解析結果は大凡正しいと思っている。ただし、Fillout が 0 なので Near Contact のモデルもあてはめて接触モデルとどちらが Fit するか評価する必要がある。この点が大きな課題となった。

Reference

- Kholopov P.N. et al., 1986, General Catalog of Variable Stars 4th ed.
- Kazarovets, E.V. et. Al., 2003, 77th Nama-List IBVS 5422
- Inf. Bull. Var. Stars, 5192, 5438, 5543, 5657, 5713, 5731, 5781, 5802, 5820, 5871, 5874, 5875, 5918, 5920
- Lichtenknecker-Database of the BAV, <http://www.bav-astro.de/LkDB/index.php>
- VSOLJ data base, <http://vsolj.cetus-net.org/index.html>
- Wilson, R.E., & Devinney, E.J., 1971, ApJ, 166, 605